



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ Off nl gungsschrift
⑩ DE 199 08 602 A 1

⑤1 Int. Cl.⁷:
B 60 K 41/22
F 16 H 63/46
F 16 H 63/30

②1 Aktenzeichen: 199 08 602.8
②2 Anmeldetag: 27. 2. 1999
④3 Offenlegungstag: 14. 9. 2000

DE 199 08 602 A 1

⑦1 Anmelder:
Getrag Getriebe- und Zahnradfabrik Hermann
Hagenmeyer GmbH & Cie., 71636 Ludwigsburg, DE
⑦4 Vertreter:
Witte, Weller & Partner, 70178 Stuttgart

⑦2 Erfinder:
Rühle, Günter, 74369 Löchgau, DE; Harst, Richard,
74078 Heilbronn, DE; Seufert, Martin, 71229
Leonberg, DE

⑤6 Entgegenhaltungen:
DE 197 35 759 A1
WO 93 10 378

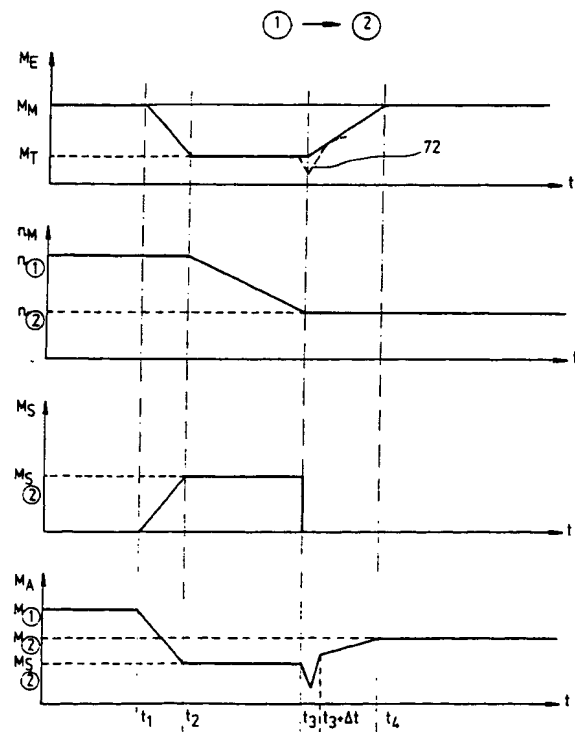
Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Automatisierter Antriebsstrang für ein Kraftfahrzeug und Verfahren zum Steuern eines Antriebsstranges

⑤7 Es wird ein automatisierter Antriebsstrang (10) für ein Kraftfahrzeug vorgeschlagen, mit einer einzelnen Reibungskupplung (14), die mittels eines ersten Aktuators (60) betätigbar und eingangsseitig mit einem Motor (12) des Kraftfahrzeugs verbunden ist, einem Stufengetriebe (16), das mit der Ausgangsseite der Reibungskupplung (14) verbunden ist und das eine erste Mehrzahl von Radsätzen (30-40) zum Ein- und Auslegen von entsprechenden Vorwärtsgängen eins bis sechs und eine entsprechende Mehrzahl von formschlüssigen Schaltungskupplungen (44-45) aufweist, die mittels einer zweiten Mehrzahl von zweiten Aktuatoren (62, 64, 66) zum Ein- und Auslegen der Gänge eins bis sechs betätigbar sind, und einer Steuereinrichtung (70), die den ersten Aktuator (60) und die zweiten Aktuatoren (62, 64, 66) zueinander koordiniert ansteuert.

Dabei sind die Schaltungskupplungen (44-45) so ausgelegt und die Steuereinrichtung (70) steuert die Aktuatoren (60-65) so an, daß wenigstens ein Gangwechsel erfolgt, ohne die Reibungskupplung (14) vollständig zu öffnen.



DE 199 08 602 A 1

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft einen automatisierten Antriebsstrang für ein Kraftfahrzeug, mit einer einzelnen Reibungskupplung, die mittels eines ersten Aktuators betätigbar und eingangsseitig mit einem Motor des Kraftfahrzeugs verbunden ist, einem Stufengetriebe, das mit der Ausgangsseite der Reibungskupplung verbunden ist und das eine erste Mehrzahl von Radsätzen zum Ein- und Auslegen von entsprechenden Vorwärtsgängen und eine entsprechende Mehrzahl von formschlüssigen Schaltkupplungen aufweist, die mittels einer zweiten Mehrzahl von zweiten Aktuatoren zum Ein- und Auslegen der Gänge betätigbar sind, und einer Steuereinrichtung, die den ersten Aktuator und die zweiten Aktuatoren zueinander koordiniert ansteuert.

Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zum Steuern eines Antriebsstranges eines Kraftfahrzeuges, der eine einzelne Reibungskupplung, die mittels eines ersten Aktuators betätigt wird und eingangsseitig mit einem Motor des Kraftfahrzeugs verbunden ist, und ein Stufengetriebe aufweist, das mit der Ausgangsseite der Reibungskupplung verbunden ist und das eine erste Mehrzahl von Radsätzen zum Ein- und Auslegen von entsprechenden Vorwärtsgängen und eine entsprechende Mehrzahl von formschlüssigen Schaltkupplungen aufweist, die mittels einer zweiten Mehrzahl von zweiten Aktuatoren zum Ein- und Auslegen der Gänge betätigt werden, wobei bei einem Gangwechsel der erste Aktuator und zweite Aktuatoren zueinander koordiniert angesteuert werden.

Ein solcher automatisierter Antriebsstrang und ein derartiges Verfahren sind aus der WO 93/10378 bekannt.

Bei den Getrieben für Kraftfahrzeuge unterscheidet man generell zwischen Automatikgetrieben und Handschaltgetrieben.

Erstere weisen einen Drehmomentwandler und eine Mehrzahl von Planetenradsätzen auf, die mittels Bremsen und Kupplungen überschneidend angesteuert werden können, so daß die Gangwechsel ohne jeden Zugkrafteinbruch erfolgen.

Handschaltgetriebe hingegen sind als Stufengetriebe in Vorgelegebauweise ausgeführt. Bei Gangwechseln entsteht zwischen dem Zeitpunkt des Auslegens eines Ganges und dem Zeitpunkt des Einlegens eines neuen Ganges ein Zugkrafteinbruch, da eine dem Stufengetriebe zugeordnete Reibungskupplung hierbei geöffnet wird. Der Motor wird dabei also von dem Getriebe und somit auch von den Antriebsrädern vollkommen entkoppelt.

Während der bei einem Gangwechsel auftretende Zugkrafteinbruch beim Schalten von Hand als nicht besonders unangenehm empfunden wird, wird ein damit einhergehendes "Nicken" des Fahrzeugs dann als Komforteinbuße empfunden, wenn das Stufengetriebe automatisiert ist. Bei automatisiertem Stufengetriebe werden die Betätigungen der Reibungskupplung und der Schaltmuffen statt mit dem Fuß und der Hand durch von einer Steuereinrichtung koordiniert angesteuerten Aktuatoren übernommen. Da der Fahrer bei solchen automatisierten Stufengetrieben bei Gangwechseln nichts zu tun hat, wird der Zugkrafteinbruch als unkomfortabel empfunden.

Zur Linderung dieses Problems gibt es verschiedene Ansätze. Bei dem aus der eingangs genannten WO 93/10378 wird versucht, die Dauer des Zugkrafteinbruchs zu verkürzen. Dies wird erreicht durch zwei Maßnahmen. Zum einen sind bei dem dort offenbarten Getriebe, die einem Schaltpaket benachbart angeordneten zwei Gänge nicht aufeinander folgende Gänge. Zum zweiten werden die Synchronrichtungen mehrerer Schaltpakete beim Gangwechsel gleichzei-

tig belastet. Mit anderen Worten erfolgt nach dem Auslegen des vorherigen Ganges die Synchronisierung auf die Drehzahl des folgenden Ganges nicht nur mittels der Synchronrichtung desjenigen Ganges, sondern zusätzlich mittels der Synchronrichtung eines weiteren Ganges. Hierdurch soll es möglich sein, die Schaltnebenzeiten zu verringern, es können kürzere Schaltzeiten erzielt werden. Die Dauer des Zugkrafteinbruchs wird daher verringert.

Aus der DE 44 01 812 A1 ist ein weiteres Prinzip zur Linderung des Zugkrafteinbruchs bekannt. Bei dieser Lösung wird statt einer einzelnen Reibungskupplung eingangsseitig ein Doppelkupplungssystem vorgesehen. Während die eine Reibungskupplung des Doppelkupplungssystems als Getriebeeingangswelle für die Gänge eins bis fünf ausgebildet ist, ist die zweite Reibungskupplung dem höchsten, dem sechsten Gang zugeordnet. Hierdurch kann während eines Gangwechsels in den unteren Gängen, bei denen die erste Reibungskupplung in an sich bekannter Weise zunächst vollkommen geöffnet und nach Abschluß des Gangwechsels wieder geschlossen wird, die zweite Reibungskupplung, die normalerweise geöffnet ist, kurzzeitig geschlossen werden, so daß auf die Abtriebswelle des Getriebes das Moment des sechsten Ganges gelegt werden kann.

Bei einem Gangwechsel in den unteren Gängen tritt daher immer noch ein erheblicher Zugkrafteinbruch auf, da das Moment des sechsten Ganges deutlich niedriger ist als das der unteren Gänge.

Aus der DE 29 24 656 A1 ist ein weiteres Vorgelegewellengetriebe bekannt, bei dem eingangsseitig eine einzelne Trennkupplung vorgesehen ist und bei dem dem Radsatz für den zweiten Gang keine herkömmliche Schaltkupplung, sondern eine Lamellenreibkupplung zugeordnet ist. Ferner ist das Losrad des ersten Ganges mittels eines Freilaufes an der entsprechenden Welle gelagert. Daher kann bei einem Gangwechsel vom ersten in den zweiten Gang das getriebeeingangsseitig anstehende Motormoment ohne Öffnen der Trennkupplung und ohne jeden Zugkrafteinbruch auf den zweiten Gang gelegt werden. Gangwechsel in den höheren Gängen erfolgen hingegen wieder mit Zugkrafteinbruch, da in diesen Fällen die eingangsseitige Trennkupplung geöffnet werden muß.

Ergänzend ist auf dem Gebiet solcher automatisierter Stufengetriebe mit Zugkraftunterstützung noch die DE 195 48 622 C1 zu nennen.

Schließlich sind noch die sogenannten "echten" Doppelkupplungsgetriebe bekannt, beispielsweise aus der DE 38 12 327 C2. Bei diesen Getrieben sind eingangsseitig zwei parallele Reibungskupplungen vorgesehen. Die zwei Reibungskupplungen sind zwei parallelen Zweigen des Getriebes zugeordnet, wobei die Parallelität in der Regel durch eine Hohlwellenkonstruktion erzielt wird. Die Gänge sind abwechselnd auf den einen und den anderen Antriebszweig aufgeteilt, so daß bei überschneidender Ansteuerung der zwei Kupplungen das eingangsseitig anstehende Motormoment jeweils ohne jeden Zugkrafteinbruch von dem einen Zweig auf den anderen Zweig übergeben werden kann.

Die eingangs genannte WO 93/10378 leidet an dem Nachteil, daß bei einem Gangwechsel die zentrale Reibungskupplung geöffnet wird, so daß ein als Komforteinbuße empfundener Zugkrafteinbruch bei einem Gangwechsel stattfindet, obgleich die Zeitdauer des Zugkrafteinbruchs optimiert werden kann. Bei dem Getriebe der DE 44 01 812 A1 ist der konstruktive Aufwand aufgrund der eingangsseitigen Doppelkupplung vergleichsweise hoch. Ferner kann zur Zugkraftunterstützung maximal das Moment des sechsten Ganges auf die Antriebsräder übertragen werden. Auch bei der DE 29 24 656 A1 ist der konstruktive Aufwand nicht unerheblich, insbesondere auf-

grund des Freilaufes für den ersten Gang. Bei echten Doppelkupplungsgetrieben, wie sie aus der DE 38 12 327 C2 bekannt geworden sind, entsteht nicht nur der konstruktive Aufwand einer doppelten Reibungskupplung; es ist auch eine vergleichsweise lange Hohlwellenkonstruktion notwendig, die solche Getriebe teuer macht.

Vor diesem Hintergrund besteht das der Erfindung zugrunde liegende Problem darin, einen automatisierten Antriebsstrang bzw. ein Verfahren zum Steuern eines Antriebsstranges für ein Kraftfahrzeug der eingangs genannten Art anzugeben, bei denen mit nur einer einzigen als Trennkupplung ausgebildeten Reibungskupplung Gangwechsel möglichst schnell und mit einer möglichst großen Zugkraftunterstützung durchführbar sind.

Diese Aufgabe wird bei dem eingangs genannten automatisierten Antriebsstrang dadurch gelöst, daß die Schaltkupplungen so ausgelegt sind und die Steuereinrichtung die Aktuatoren so ansteuert, daß wenigstens ein Gangwechsel erfolgt, ohne die Reibungskupplung vollständig zu öffnen.

Bei dem eingangs genannten Verfahren zum Steuern eines Antriebsstranges werden die Aktuatoren so angesteuert, daß die Reibungskupplung bei wenigstens einem Gangwechsel nicht vollständig geöffnet wird.

Die Aufgabe wird auf diese Weise vollkommen gelöst.

Durch die Abkehr von dem Gedanken, bei einem Stufengetriebe während eines Gangwechsel die eingangsseitige, als Trennkupplung ausgebildete Reibungskupplung öffnen zu müssen, wird bei der erfindungsgemäßen Lösung die Reibungskupplung nicht vollständig geöffnet, sondern bleibt entweder ganz geschlossen oder wird im schlupfenden Zustand betrieben. Hierdurch wird die treibende Verbindung zwischen Motor des Kraftfahrzeugs einerseits und Getriebe des Kraftfahrzeugs andererseits zu keinem Zeitpunkt während eines Gangwechsels aufgehoben. Durch die geeignete Auslegung der Schaltkupplungen kann der Gangwechsel so erfolgen, daß bei einem Gangwechsel bei noch eingelegtem auszulegendem Gang zunächst das anstehende Drehmoment bereits vollkommen auf die Schaltkupplung des einzulegenden Ganges umgeleitet wird. Hierdurch entsteht an der Schaltkupplung des auszulegenden Ganges für eine kurze Zeitspanne ein Zustand der - weitgehenden - Lastfreiheit, so daß sich der Gang in dieser Zeitspanne leicht auslegen läßt. Bei folgenden Synchronisierungsphase der Schaltkupplung für den einzulegenden Gang bleibt die eingangsseitige Reibungskupplung wenigstens teilweise geschlossen, so daß das vom Motor anstehende eingangsseitige Moment über die dann im Schlupfbetrieb arbeitende Reibungskupplung und die Synchronisierungsmittel für den einzulegenden Gang auf die Antriebsräder des Fahrzeugs übertragen wird.

Der erfindungsgemäße automatisierte Antriebsstrang und das entsprechende Verfahren arbeiten bei einem Gangwechsel mit Zugkraftunterstützung, im Gegensatz zu der WO 93/10378. Ferner ist es nicht notwendig, eingangsseitig zwei Reibungskupplungen vorzusehen oder gar eine Hohlwellenkonstruktion. Schließlich sind die Schaltkupplungen des Antriebsstranges formschlüssig ausgebildet, so daß die Gesamtaktuatorik bei eingelegtem Gang entlastet werden kann und keine Hilfsenergie braucht. Dies ist auch aus Sicherheits- und Wirkungsgradgründen ein wichtiger Vorteil.

Vorzugsweise ist wenigstens einer der zweiten Aktuatoren zur Ansteuerung von zwei Schaltkupplungen ausgelegt.

Durch diese Maßnahme verringert sich insgesamt der aktorische Aufwand für die Automatisierung des Antriebsstranges.

Dabei ist es bevorzugt, wenn die zwei Schaltkupplungen Gängen zugeordnet sind, die nicht benachbart sind.

Hierdurch wird mit anderen Worten erreicht, daß benach-

barte Gänge durch unterschiedliche Aktuatoren betätigt werden und damit unabhängig voneinander ein- und ausgelegt werden können. Hierdurch wird eine größtmögliche Flexibilität bei der Steuerung der Aktuatoren des Stufengetriebes erzielt.

Besonders bevorzugt ist es dabei, wenn zwischen den zwei Gängen zwei weitere Gänge liegen.

Diese Maßnahme hat den Vorteil, daß immer zwei Gänge von einem Aktuator bedient werden, die in der Praxis niemals in Folge zu schalten sind. Da es sich vorliegend nicht um ein sequentielles Getriebe handelt, ist die Folge von Gängen bei Gangwechseln nicht auf benachbarte Gänge beschränkt. So ist es nicht nur bei Handschaltgetrieben sondern auch bei automatisierten Antriebssträngen generell möglich, einen Gangwechsel direkt von einem Gang in den übernächsten Gang durchzuführen, beispielsweise vom vierten Gang in den sechsten Gang. Durch die Maßnahme, daß zwischen den zwei Gängen, die von einem Aktuator bedient werden, zwei weitere Gänge liegen, sind Gangwechsel ohne Zugkraftunterbrechung nicht nur von einem Gang zum nächsten Gang sondern auch zum übernächsten Gang durchführbar. Allein Gangwechsel, die die zwei Schaltkupplungen betreffen, die von einem Aktuator bedient werden, können nicht nach dieser Schaltstrategie geschaltet werden, so daß hierbei eine Zugkraftunterbrechung auftreten wird. Es hat sich jedoch gezeigt, daß gerade Gangwechsel zum über-
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
55
60
65
übernächsten Gang vom Fahrer praktisch niemals gewünscht werden.

Besonders bevorzugt ist es, wenn das Stufengetriebe sechs Vorwärtsgänge und drei zweite Aktuatoren aufweist, wenn ferner alle drei zweiten Aktuatoren zur Ansteuerung von jeweils zwei Schaltkupplungen ausgelegt sind und wenn schließlich die jeweils zwei Schaltkupplungen jeweils zwei Gängen zugeordnet sind, die nicht benachbart sind.

Durch diese Maßnahme ist es möglich, wenigstens sämtliche Gangwechsel eines Sechsganggetriebes von einem Gang zum jeweils nächsten Gang mit Zugkraftunterstützung durchzuführen.

Besonders bevorzugt ist es dabei, wenn zwischen sämtlichen nicht benachbarten Gangpaaren jeweils genau zwei weitere Gänge liegen.

Aus den genannten Gründen ist dies vorteilhaft, da ein Fahrer in der Praxis niemals einen Gangwechsel von einem Gang zum überübernächsten Gang anfordern wird. Alle anderen Gangwechsel können mit Zugkraftunterstützung durchgeführt werden. Bei einem Getriebe mit genau sechs Gängen ergibt sich durch diese Vorschrift, daß die jeweils nicht benachbarten Gangpaare die Gänge eins, vier, die Gänge zwei, fünf und die Gänge drei, sechs sind.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform weisen die Schaltkupplungen jeweils eine eigene Synchronisierungseinrichtung auf.

Dabei ist es besonders bevorzugt, wenn Mittel vorgesehen sind, mittels derer die Synchronisierungseinrichtungen für einen Synchronisierungsvorgang wenigstens unter Teillast geeignet sind.

Durch das Bereitstellen dieser Mittel ist es möglich, das Stufengetriebe des erfindungsgemäßen Antriebsstranges ohne weitere, von den jeweiligen Schaltkupplungen separate Synchronisierungsmittel auszugestalten. Dies hat den Vorteil, daß die Gangwechsel unter Teillast sowohl für das Hochschalten als auch für das Herunterschalten durchführbar sind. Im Gegensatz hierzu wäre eine zentrale Radsatzbremse nur für Hochschaltvorgänge von Nutzen, für Herunterschaltvorgänge müßten hingegen zusätzlich zentrale Antriebsmittel vorgesehen werden.

Besonders bevorzugt ist es, wenn die Synchronisierungseinrichtung eine Kegelsynchronisierung aufweist.

Kegelsynchronisierungen sind bewährte Synchronisierungselemente und es ist vergleichsweise einfach, solche Elemente so auszulegen, daß sie für den erfindungsgemäßen Antriebsstrang geeignet sind.

Dabei ist es besonders bevorzugt, wenn die Kegelsynchronisierung einen Mehrfachkonus aufweist.

Durch das Bereitstellen eines Mehrfachkonus kann die Schaltkraft der Synchronisierungseinrichtung insgesamt verringert werden. Der Synchronisierungsvorgang kann beschleunigt werden.

Es ist ferner bevorzugt, wenn die Kegelsynchronisierung einen Kegelwinkel von mehr als 6° aufweist.

Hierdurch läßt sich die Synchronisierungseinrichtung besser dosieren. Es kann keine Selbsthemmung auftreten.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform weist die Synchronisierungseinrichtung eine Lamellensynchronisierung auf.

Lamellensynchronisierungen sind leicht ansteuerbar und gut dosierbar.

Ferner umfaßt die Schaltkupplung einer bevorzugten Ausführungsform eine asymmetrisch angespitzte Verzahnung an einer von dem Aktuator betätigbaren Schaltmuffe.

Hierdurch lassen sich Schaltmuffe und Kupplungskörper unter Last besser einfädeln.

Ferner ist es bevorzugt, wenn die Schaltkupplung eine hinterlegungsfreie Verzahnung an einer von dem Aktuator betätigbaren Schaltmuffe oder am Kupplungskörper aufweist.

Hierdurch läßt sich der mit dieser Schaltkupplung betätigbare Gang leichter auslegen.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform weist die Schaltkupplung eine hinterlegte Verzahnung an ihrem Kupplungskörper oder an der Schaltmuffe auf.

Diese Maßnahme erschwert das Auslegen des Ganges unter Last nicht.

Ferner ist es von Vorteil, wenn für die Radsätze und die zugeordneten Schaltkupplungen eine Zentralschmierung vorgesehen ist.

Hierbei treten keine Panschverluste durch den Radsatz auf wie bei einer Tauchschmierung. Die Schaltelemente werden besser und sicherer mit Öl versorgt. Ferner ist durch die Zentralschmierung gewährleistet, daß die bei einem Synchronisierungsvorgang unter Last entstehende Wärme gut abtransportiert werden kann.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren ist es besonders bevorzugt, wenn bei dem Gangwechsel vor dem Auslegen des eingelegten Ganges eine Synchronisierungseinrichtung des einzulegenden Ganges schlupfend betätigt wird, um das getriebeeingangsseitig anstehende Moment zu übernehmen.

Durch diese Maßnahme kann bei der Schaltkupplung des eingelegten Ganges eine Zeitspanne der Lastfreiheit erreicht werden, so daß sich dieser Gang auch unter Last auslegen läßt.

Dabei ist es besonders bevorzugt, wenn bei dem Gangwechsel vor dem Auslegen des eingelegten Ganges die zugeordnete Schaltkupplung in Auslegerichtung vorgespannt wird.

Durch das Vorspannen "flutscht" der auszulegende Gang aus, sobald der Zustand der Lastfreiheit erreicht ist.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform wird bei dem Gangwechsel die Reibungskupplung teilweise geöffnet und/oder das von dem Motor bereitgestellte Moment wird mittels eines Motoraktuators verringert.

Hierdurch wird das getriebeeingangsseitig anstehende Moment reduziert, um die Synchronisierungseinrichtung des einzulegenden Ganges nicht zu überlasten.

Der Motoraktuator kann üblicherweise in das Motormanagement eingreifen, um durch "elektronisches Gaswegneh-

men" das getriebeeingangsseitig anstehende Moment zu verringern.

Schließlich ist es bevorzugt, wenn hierbei nach dem Auslegen des zuvor eingelegten Ganges, nach Erreichen der Synchrondrehzahl und während des Einlegens des einzulegenden Ganges das an dem Stufengetriebe anstehende Moment kurzfristig verringert wird, um bei der Übergabe des anstehenden Momentes von der Synchronisierungseinrichtung auf das Losrad des zugeordneten Radsatzes den Aufbau von Differenzdrehzahlen zu verringern oder vollkommen zu verhindern.

Weitere Vorteile und Merkmale ergeben sich aus der nachstehenden Beschreibung von bevorzugten Ausführungsformen.

Es versteht sich, daß die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein Getriebeschema eines automatisierten Antriebsstranges gemäß einer ersten Ausführungsform;

Fig. 2 ein Getriebeschema eines automatisierten Antriebsstranges gemäß einer zweiten Ausführungsform;

Fig. 3 Zeitablaufdiagramme bei einem exemplarischen Gangwechsel von eins nach zwei mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens; und

Fig. 4 einen Vergleich eines Gangwechsels gemäß der Erfindung mit dem Stand der Technik in qualitativer Hinsicht.

Ein Antriebsstrang für ein Kraftfahrzeug ist in Fig. 1 generell bei 10 gezeigt.

Der Antriebsstrang 10 umfaßt einen Antriebsmotor 12, insbesondere einen Verbrennungsmotor, eine als Trenn- und Anfahrkupplung ausgebildete einzelne Reibungskupplung 14 und ein Stufengetriebe 16.

Eine Motorabtriebswelle 18 ist mit einem nicht näher dargestellten Eingangsglied der Reibungskupplung 14 verbunden. Ein ebenfalls nicht näher dargestelltes Ausgangsglied der Reibungskupplung 14 ist mit einer Getriebeeingangswelle 20 verbunden.

Das Stufengetriebe 16 ist in Standardbauweise für den Längseinbau in einem Kraftfahrzeug ausgeführt und umfaßt eine konzentrisch mit der Getriebeeingangswelle 20 ausgeordnete Getriebeausgangswelle 22. Eine zu den Wellen 20, 22 parallele Vorgelegewelle ist bei 24 gezeigt.

Das Stufengetriebe 16 umfaßt sieben Radsätze 30, 32, 34, 36, 38, 40 bzw. 42 für Vorwärtsgänge eins bis sechs und einen Rückwärtsgang R.

Der Radsatz 38 für den fünften Gang ist die Konstante zwischen Getriebeeingangswelle 20 und Vorgelegewelle 24. Der fünfte Gang ist als direkter Gang ausgelegt, bei dem Getriebeeingangswelle 20 und Getriebeausgangswelle 22 direkt formschlüssig miteinander verbunden sind.

Auf der Getriebeausgangswelle 22 sind, ausgehend von dem Konstanten-Radsatz 38, die Losräder der Radsätze 34 für den dritten Gang, 32 für den zweiten Gang, 40 für den sechsten Gang, 36 für den vierten Gang, 30 für den ersten Gang und 42 für den Rückwärtsgang angeordnet. Die jeweils entsprechenden Festräder sind in der Figur nicht näher bezeichnet; sie sind drehfest mit der Vorgelegewelle 24 verbunden.

Zum Schalten der Vorwärtsgänge eins bis sechs sind Schaltkupplungen 44, 46, 48, 50, 52 und 54 vorgesehen. Dabei sind, wie dem Getriebeschema in Fig. 1 zu entnehmen ist, jeweils zwei Schaltkupplungen paarweise zusammenge-

faßt, so daß sie, in jeweils entgegengesetzte Richtungen, mittels eines Aktuator pro Schaltkupplungspaar betätigt werden können.

Die Aktuatoren des automatisierten Antriebsstranges 10 umfassen einen ersten Aktuator 60 zur Betätigung der Reibungskupplung 14. Ferner sind drei zweite Aktuatoren 62, 64, 66 für das Stufengetriebe 16 vorgesehen. Ein dritter Aktuator 68 dient zur Beeinflussung des Motors 12.

Die insgesamt fünf Aktuatoren werden von einer zentralen Steuereinrichtung 70 angesteuert. Der Aktuator 62 dient zur Betätigung der Schaltkupplungen 44, 50 für den ersten bzw. den vierten Gang. Der Aktuator 64 dient zum Betätigen der Schaltkupplungen 46, 54 für den zweiten bzw. sechsten Gang. Der Aktuator 66 dient zum Betätigen der Schaltkupplungen 48, 52 für den dritten bzw. den direkten fünften Gang.

Es ist erkennbar, daß die Radsätze 30 bis 40 und die entsprechenden Schaltkupplungen 44 bis 54 so angeordnet sind, daß kein Aktuator 62, 64, 66 aufeinanderfolgende Gänge betätigt. Statt dessen betätigt der Aktuator 62 den ersten und den vierten Gang, der Aktuator 64 den zweiten und den sechsten Gang und der Aktuator 66 den dritten und den fünften Gang. Hierbei handelt es sich um solche Gangpaare, die in der Praxis vom Fahrer niemals angefordert werden. Mit anderen Worten, es ist in der Praxis nicht üblich, vom ersten in den vierten Gang oder vom zweiten in den sechsten Gang zu schalten. Auch Schaltgänge vom dritten in den fünften Gang sind nicht üblich.

Üblich sind hingegen Gangwechsel von einem zum nächsten Gang, also von eins nach zwei, zwei nach drei usw. Ferner sind üblich Schaltungen von fünf nach drei. Diese Rückschaltungen werden vorteilhafterweise ohne Zugkraftunterstützung durchgeführt, um das Motormoment voll zur Beschleunigung der Motordrehmasse einsetzen zu können.

Für diese Art von Gangwechsel ist die genannte Anordnung von Radsätzen und Schaltkupplungen besonders geeignet, wie nachstehend noch erläutert werden wird.

Einen alternative Form eines erfindungsgemäßen Antriebsstranges 10' ist in Fig. 2 dargestellt.

Der grundsätzliche Aufbau ist identisch zu dem des Antriebsstranges 10 der Fig. 1. Soweit in Fig. 2 daher keine separaten Bezugsziffern vergeben sind, unterscheidet sich diese Ausführungsform nicht von der der Fig. 1.

Bei dem Stufengetriebe 16' des Antriebsstranges 10' sind auf der Getriebeausgangswelle 22', ausgehend von dem Konstanten-Radsatz für den fünften Gang die Losräder der Radsätze 32', 34', 40', 36', 30', 42' für die Gänge 2, 3, 6, 4, 1 bzw. R angeordnet. Die entsprechenden Losräder sind wiederum drehfest mit der Vorgelegewelle verbunden.

Man erkennt, daß im Grunde lediglich die Radsätze für den zweiten und den dritten Gang vertauscht worden sind, so daß ein Aktuator 64' nunmehr zum Einlegen des dritten oder des sechsten Ganges dient. Ein Aktuator 66' dient zum Einlegen des zweiten oder des fünften Ganges.

Diese Ausführungsform ist für alle Gangwechsel gut geeignet, mit der Ausnahme der Gangwechsel 1-4, 2-5, 3-6. Man erkennt, daß in der Praxis keiner dieser drei Gangwechsel eine Bedeutung hat. In allen Fällen bedient ein Aktuator jeweils einen Gang und den überübernächsten Gang.

Die Schaltkupplungen 44 bis 54 sind bei sowohl dem Stufengetriebe 16 als auch dem Stufengetriebe 16' mit Kegel-Synchroneinheiten ausgestattet. Obgleich dies in den Figuren nicht dargestellt ist, sind die Kegel-Synchroneinheiten mit Mehrfachkonus und mit einem Kegelwinkel $> 6,5^\circ$ ausgeführt, um die Synchroneinheiten besser dosieren zu können und um Selbsthemmungen zu vermeiden. Ferner ist in an sich üblicher Weise ein jedes Schaltkupplungspaar mit einer in Axialrichtung verschiebbaren Schaltmuffe versehen,

die von einer Schaltgabel betätigt wird. Da die Synchroneinheiten, wie nachfolgend beschrieben, höheren Schaltkräften ausgesetzt sind als bei herkömmlichen Stufengetrieben, sind verschleißoptimierte Mitnehmersteine vorgesehen. Ferner ist die schaltmuffenseitige Verzahnung der Schaltkupplungen jeweils asymmetrisch angespitzt, um ein besseres Einfädeln von Schaltmuffe und Kupplungskörper unter Last zu erzielen. Um ein leichteres Gangauslegen auch unter Last zu erreichen, ist die Verzahnung der Schaltmuffen ohne Hinterlegung ausgebildet, mit parallelen Zähnen. Andererseits sind die Kupplungskörper der jeweiligen Synchroneinheiten mit hinterlegten Verzahnungen ausgestattet. Umgekehrt kann die Verzahnung der Schaltmuffen hinterlegt sein, und die Kupplungskörper sind dann ohne hinterlegte Verzahnungen ausgebildet.

Die Aktuatoren 60, 62, 64 und 66 können elektromechanische, hydraulische oder pneumatische Aktuatoren sein. Elektromechanische Aktuatoren sind jedoch bevorzugt.

Anstelle der Ausbildung der Synchroneinheiten als Kegel-Synchroneinheiten sind alternativ auch Lamellensynchronisierungen möglich.

Ferner sind die Stufengetriebe 16, 16' jeweils mit (nicht dargestellten) Zentralschmiermitteln für die Radsätze und die Schaltelemente der Schaltkupplungen versehen, wodurch Panschverluste durch die Radsätze wie bei einer Tauchschmierung vermieden werden. Ferner werden die Schaltelemente besser und sicherer mit Öl versorgt. Von ganz entscheidender Bedeutung ist darüber hinaus, daß sich die bei einem Synchronisierungsvorgang unter Last entwickelnde Wärme effizient abgeführt werden kann. Die Zentralschmierung kann in an sich bekannter Weise durch eine mechanisch oder elektrisch angetriebene Pumpe versorgt werden.

Wie sich bereits aus dem oben Gesagten ergibt, sind die Schaltkupplungen 44 bis 54 formschlüssige Schaltkupplungen, die im geschalteten Zustand keine Hilfsenergie benötigen.

Nachfolgend wird die Betriebsweise der Antriebsstränge 10, 10' der Fig. 1 und 2 unter Bezugnahme auf Fig. 3 erläutert.

In Fig. 3 sind vier Zeitablaufdiagramme untereinander dargestellt. Das oberste Zeitablaufdiagramm zeigt das getriebeeingangsseitig anstehende Moment M_E . Darunter ist die Drehzahl n_M der Motorabtriebswelle 18 dargestellt. Darunter ist das sogenannte Synchronisierungsmoment M_S dargestellt, das an der Synchroneinheit der Schaltkupplung des einzulegenden Ganges übernommen wird.

In Fig. 3 ganz unten ist schließlich das getriebeausgangsseitig anstehende Abtriebsmoment M_A dargestellt. Fig. 3 betrifft einen Gangwechsel von eins nach zwei. Die folgende Erläuterung eines solchen Gangwechsels mit den Antriebssträngen 10, 10' ist jedoch gleichermaßen auf alle anderen Hochschaltvorgänge, aber auch auf Herunterschaltvorgänge anwendbar.

Bis zum Zeitpunkt t_1 fährt das Fahrzeug mit eingelegtem ersten Gang und bei geschlossener Reibungskupplung 14. Folglich steht getriebeeingangsseitig das volle Motormoment M_M an, bei einer Drehzahl von n_1 .

Ein folgender Gangwechselbefehl zum Auslegen des ersten und zum Einlegen des zweiten Ganges kann beispielsweise manuell von einem Fahrer mittels einer Tasten- oder Schaltstockbetätigung erfolgen, wobei diese mechanischen Vorgänge in ein elektrisches Anforderungssignal umgesetzt werden. Ein solches Anforderungssignal kann jedoch auch von einer Steuereinrichtung 17 erzeugt werden, die beispielsweise erkennt, daß aufgrund bestehender Fahrzeugparameter und einer bestimmten Gaspedalstellung nunmehr ein Gangwechsel erforderlich ist.

Wenn nun zum Zeitpunkt t_1 ein solches Anforderungssignal einen Gangwechsel in den zweiten Gang einleitet, erfolgen bis zum Zeitpunkt t_2 parallel die folgenden Vorgänge. Zum einen wird der Aktuator 64 bei dem Antriebsstrang 10 (der Aktuator 66' bei dem Antriebsstrang 10') angesteuert, um die Synchronseinheit der Schaltkupplung 46 für den zweiten Gang zu belasten. Dabei übernimmt die Synchronseinheit der Schaltkupplung 46 des zweiten Ganges allmählich ein Synchronmoment M_S . Gleichzeitig wird das getriebeeingangsseitig anstehende Moment M_E verringert, entweder durch gezielten Eingriff in die Motorelektronik des Motors 12 mittels des Aktuators 68 und/oder durch teilweises Öffnen der Reibungskupplung 14 mittels des Aktuators 60. Daher fällt das Moment M_E bis zum Zeitpunkt t_2 ab, jedoch nicht bis 0, so daß die Reibungskupplung 14 nicht vollständig geöffnet wird.

Parallel zu diesen Vorgängen wird, was in Fig. 3 nicht näher dargestellt ist, der Aktuator 62 vorgespannt, d. h. es wird auf die Schaltkupplung 44 für den ersten Gang eine Kraft in Richtung Auslegen des ersten Ganges ausgeübt. Da in der Zeitspanne zwischen t_1 und t_2 über die Schaltkupplung 44 des ersten Ganges immer noch ein gewisser Teil des anstehenden Momentes M_E übertragen wird, führt dieses Vorspannen des zugeordneten Aktuators 62 in Auslegerichtung nicht sofort dazu, daß der erste Gang ausgelegt wird. Erst dann, wenn das anstehende Moment M_E nahezu vollständig von der Synchronseinheit der Schaltkupplung 46 des zweiten Ganges übernommen worden ist (t_2), "flutscht" der erste Gang aufgrund der Vorspannung des Aktuators 62 heraus.

In der Phase zwischen t_2 und t_3 erfolgt eine Synchronisierung mittels der Synchronseinheit der Schaltkupplung 46 des zweiten Ganges. Dieser Synchronisierungsvorgang erfolgt unter Last, denn getriebeeingangsseitig steht während dieser Zeitspanne ein zwar verringertes, aber nicht auf null absinkendes Teillastmoment M_T an.

Zum Zeitpunkt t_3 ist die Synchrondrehzahl für den zweiten Gang erreicht. Nunmehr wird unter Last die zugeordnete Schaltmuffe durchgeschaltet, die Schaltmuffe verläßt also den Synchronkörper und stellt den Formschluß mit dem Kupplungskörper des zweiten Ganges her. Dieser Vorgang erfolgt zwar außerordentlich schnell in einer Zeitspanne, die bei Δ_1 gezeigt ist. Um jedoch zu vermeiden, daß die erreichte Synchronisierung in dieser Zeitspanne wieder verlorengeht, sich also zwischen den zu synchronisierenden Elementen wieder eine Differenzdrehzahl aufbaut, kann man das getriebeeingangsseitig anstehende Moment kurzfristig noch etwas weiter herunterregeln. Dies erfolgt entweder durch entsprechende Beeinflussung des Aktuators 60, um die Reibungskupplung 14 weiter zu öffnen, oder durch gezielten Eingriff in das Motormanagement mittels Aktuator 68. Dieser kurze Einbruch des getriebeeingangsseitigen Momentes M_E ist in Fig. 3 bei 72 dargestellt.

Auf eine solche Maßnahme kann gegebenenfalls verzichtet werden, wenn auf sonstige Weise gewährleistet wird, daß beim Durchschalten ein sicheres und komfortables Einspuren der Schaltkupplung des einzulegenden (hier zweiten) Ganges gewährleistet ist, beispielsweise durch asymmetrisches Anspitzen der Verzahnung der Schaltmuffe.

Zum Zeitpunkt t_3 plus Δ_1 ist der zweite Gang formschlüssig eingelegt. Nunmehr kann die Reibungskupplung 14 wieder vollständig geschlossen werden, so daß ab t_4 getriebeeingangsseitig das volle Motormoment M_M ansteht.

Beim nächsten Gangwechsel vom zweiten in den dritten Gang wird der Aktuator 64 (66' bei 10') in Auslegerichtung vorgespannt, und der Aktuator 66 (64' bei 10') wird beaufschlagt, um die Synchronseinheit der Schaltkupplung 48 des dritten Ganges zu betätigen.

Da zwischen t_1 und t_2 die Synchronseinheit des einzule-

genden Ganges betätigt wird, während der auszulegende Gang noch eingelegt ist, also immer im Schlupfbetrieb gearbeitet wird, kann man hierbei auch von einem "Ansynchronisieren" sprechen. Es versteht sich, daß dieses Ansynchronisieren nur mittels einer Synchronseinheit erfolgen kann, die nicht durch den Aktuator des auszulegenden Ganges betätigt wird. Daher versteht sich auch, daß zusätzlich zu der Ansynchronisierung durch die Synchronseinheit des einzulegenden Ganges eine parallele weitere Ansynchronisierung durch die Synchronseinheit eines weiteren Ganges erfolgen kann, sofern der zugeordnete Aktuator weder dem einzulegenden noch dem auszulegenden Gang zugeordnet ist.

Ein Vergleich der erfindungsgemäßen Schaltstrategie mit dem Stand der Technik ist in qualitativer Hinsicht in Fig. 4 gezeigt.

So ist bei MA" ein ganz herkömmlicher Schaltvorgang mit einem automatisierten Antriebsstrang gezeigt, bei dem vor dem Auslegen des einen Ganges die zentrale Trenn-Reibungskupplung 14 geöffnet wird, so daß das getriebeeingangsseitig anstehende Moment und damit die Zugkraft des Fahrzeuges auf null einbricht. Erst wenn der neue Gang eingelegt ist, wird die Reibungskupplung 14 wieder geöffnet, so daß wieder ein Moment ansteht. Getriebeausgangsseitig steht also bis zum Öffnen der Trennkupplung das Moment M_1 des beispielsweise ersten Ganges an. Nach dem Gangwechsel und dem erneuten Schließen der Reibungskupplung steht das Moment M_2 des zweiten Ganges an.

Bei einem automatisierten Antriebsstrang mit Zugkraftunterstützung über einen parallelen Zweig, beispielsweise mit dem höchsten Gang, fällt in dem genannten Zeitraum das Abtriebsmoment M_A nicht auf null ab, sondern es wird für diesen Zeitraum ein Überbrückungsmoment M_U eines anderen Ganges, beispielsweise das Moment des sechsten Ganges übertragen. Dies ist bei M_A' gezeigt.

Bei der Erfindung, die bei M_A gezeigt ist, kann während des Gangwechsels im Überbrückungszeitraum nicht nur ein höheres Moment übertragen werden, der Gangwechsel kann auch schneller erfolgen, da viel weniger Elemente zu betätigen sind, und daher viel weniger Schaltnebenzeiten auftreten.

Aus dem vorgesagten ergibt sich, daß die Schaltkupplungen einschließlich der Synchronseinheiten jeweils als Lastschaltelemente ausgebildet sein müssen. Da der Antriebsstrang während des Schaltvorganges immer unter Last bleibt, tritt kein Entspannungsschlag auf, d. h. es ergibt sich ein verbessertes Schwingungs- und Geräuschverhalten. Da die Schaltkupplungen formschlüssig ausgebildet sind, ist im geschalteten Zustand keine Hilfsenergie erforderlich.

Es versteht sich, daß die asymmetrische Anspitzung der Schaltmuffenverzahnung dazu führt, daß diese nur in einer Drehrichtung, also vorzugsweise bei Hochschaltungen wirkt. Daher sollte die asymmetrische Anspitzung auch auf jene Gänge beschränkt werden, bei denen die größten Drehmomentsprünge zu erwarten sind, also auf den zweiten und auf den dritten Gang.

Das zu übertragende Drehmoment kann während des Gangwechsels über eine Modulation der Reibungskupplung 14 beeinflusst werden. Bei Hochschaltungen kann die kinetische Rotationsenergie des Motors für den Vortrieb ausgenutzt werden.

Es versteht sich, daß die Erfindung auch auf Getriebe mit mehr oder weniger als sechs Gängen anwendbar ist. Ferner ist sie genauso auf Getriebe anwendbar, die für den Quereinbau ausgelegt sind.

Patentansprüche

1. Automatisierter Antriebsstrang (10) für ein Kraft-

fahrzeug, mit:

einer einzelnen Reibungskupplung (14), die mittels eines ersten Aktuators (60) betätigbar und eingangsseitig mit einem Motor (12) des Kraftfahrzeugs verbunden ist,

einem Stufengetriebe (16), das mit der Ausgangsseite der Reibungskupplung (14) verbunden ist und das eine erste Mehrzahl von Radsätzen (30-40) zum Ein- und Auslegen von entsprechenden Vorwärtsgängen (1 bis 6) und eine entsprechende Mehrzahl von formschlüssigen Schaltkupplungen (44-54) aufweist, die mittels einer zweiten Mehrzahl von zweiten Aktuatoren (62, 64, 66) zum Ein- und Auslegen der Gänge (1-6) betätigbar sind, und

einer Steuereinrichtung (70), die den ersten Aktuator (60) und die zweiten Aktuatoren (62, 64, 66) zueinander koordiniert ansteuert,

dadurch gekennzeichnet, daß

die Schaltkupplungen (44-54) so ausgelegt sind und die Steuereinrichtung (70) die Aktuatoren (60-66) so ansteuert, daß wenigstens ein Gangwechsel erfolgt, ohne die Reibungskupplung (14) vollständig zu öffnen.

2. Antriebsstrang nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens einer der zweiten Aktuatoren (62, 64, 66) zur Ansteuerung von zwei Schaltkupplungen (44, 50 bzw. 46, 54 bzw. 48, 52) ausgelegt ist.

3. Antriebsstrang nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die zwei Schaltkupplungen (44, 50 bzw. 46, 54 bzw. 48, 52) Gängen (1, 4 bzw. 2, 6 bzw. 3, 5) zugeordnet sind, die nicht benachbart sind.

4. Antriebsstrang nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen den zwei Gängen (1, 4 bzw. 2, 6) zwei weitere Gänge (2, 3 bzw. 3, 4, 5) liegen.

5. Antriebsstrang nach einem der Ansprüche 2-4, dadurch gekennzeichnet, daß das Stufengetriebe (16) sechs Vorwärtsgänge (1-6) und drei zweite Aktuatoren (62, 64, 66) aufweist, daß alle drei zweiten Aktuatoren (62, 64, 66) zur Ansteuerung von jeweils zwei Schaltkupplungen (44, 50 bzw. 46, 54 bzw. 48, 52) ausgelegt sind und daß die jeweils zwei Schaltkupplungen (44, 50 bzw. 46, 54 bzw. 48, 52) jeweils zwei Gängen (1, 4 bzw. 2, 6 bzw. 3, 5) zugeordnet sind, die nicht benachbart sind.

6. Antriebsstrang nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen sämtlichen nicht benachbarten Gangpaaren (1', 4' bzw. 2', 5' bzw. 3', 6') jeweils genau zwei weitere Gänge (2', 3' bzw. 3', 4' bzw. 4', 5') liegen.

7. Antriebsstrang nach einem der Ansprüche 1-6, dadurch gekennzeichnet, daß die Schaltkupplungen (44-54) jeweils eine eigene Synchronisierungseinrichtung aufweisen.

8. Antriebsstrang nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß Mittel vorgesehen sind, mittels derer die Synchronisierungseinrichtungen für einen Synchronisierungsvorgang wenigstens unter Teillast geeignet sind.

9. Antriebsstrang nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Synchronisierungseinrichtung eine Kegelsynchronisierung aufweist.

10. Antriebsstrang nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Kegelsynchronisierung einen Mehrfachkonus aufweist.

11. Antriebsstrang nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Kegelsynchronisierung einen Kegelwinkel von mehr als 6° aufweist.

12. Antriebsstrang nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Synchronisierungseinrichtung eine Lamellensynchronisierung aufweist.

13. Antriebsstrang nach einem der Ansprüche 8-12, dadurch gekennzeichnet, daß die Schaltkupplung eine asymmetrisch angespitzte Verzahnung an einer von dem Aktuator betätigbaren Schaltmuffe aufweist.

14. Antriebsstrang nach einem der Ansprüche 8-13, dadurch gekennzeichnet, daß die Schaltkupplung eine hinterlegungsfreie Verzahnung an einer von dem Aktuator betätigbaren Schaltmuffe oder am Kupplungskörper aufweist.

15. Antriebsstrang nach einem der Ansprüche 8-14, dadurch gekennzeichnet, daß die Schaltkupplung eine hinterlegte Verzahnung an ihrem Kupplungskörper oder an der Schaltmuffe aufweist.

16. Antriebsstrang nach einem der Ansprüche 8-15, gekennzeichnet durch eine Zentralschmierung für die Radsätze (30-40) und die zugeordneten Schaltkupplungen (44-54).

17. Verfahren zum Steuern eines Antriebsstranges eines Kraftfahrzeuges, der eine einzelne Reibungskupplung (14), die mittels eines ersten Aktuators (60) betätigt wird und eingangsseitig mit einem Motor (12) des Kraftfahrzeugs verbunden ist, und ein Stufengetriebe (16) aufweist, das mit der Ausgangsseite der Reibungskupplung (14) verbunden ist und das eine erste Mehrzahl von Radsätzen (30-40) zum Ein- und Auslegen von entsprechenden Vorwärtsgängen (1 bis 6) und eine entsprechende Mehrzahl von formschlüssigen Schaltkupplungen (44-54) aufweist, die mittels einer zweiten Mehrzahl von zweiten Aktuatoren (62, 64, 66) zum Ein- und Auslegen der Gänge (1-6) betätigt werden, wobei bei einem Gangwechsel der erste Aktuator (60) und zweite Aktuatoren (62, 64, 66) zueinander koordiniert angesteuert werden, dadurch gekennzeichnet, daß die Aktuatoren (60-66) so angesteuert werden, daß die Reibungskupplung (14) bei wenigstens einem Gangwechsel nicht vollständig geöffnet wird.

18. Verfahren nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß bei dem Gangwechsel vor dem Auslegen des eingelegten Ganges (z. B. 1) eine Synchronisierungseinrichtung des einzulegenden Ganges (z. B. 2) schlupfend betätigt wird, um das getriebeeingangsseitig anstehende Moment (M_M) zu übernehmen.

19. Verfahren nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß bei dem Gangwechsel vor dem Auslegen des eingelegten Ganges (z. B. 1) zusätzlich zu der Synchronisierungseinrichtung des einzulegenden Ganges (z. B. 2) eine weitere Synchronisierungseinrichtung eines bei dem Gangwechsel nicht involvierten Ganges (z. B. 3) schlupfend betätigt wird, um das anstehende Moment (M_M) bis zum Einlegen des einzulegenden Ganges (z. B. 2) teilweise zu übernehmen.

20. Verfahren nach einem der Ansprüche 17 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß bei dem Gangwechsel vor dem Auslegen des eingelegten Ganges (z. B. 1) die zugeordnete Schaltkupplung (z. B. 44) in Auslegerichtung vorgespannt wird.

21. Verfahren nach einem der Ansprüche 17 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß bei dem Gangwechsel die Reibungskupplung (14) teilweise geöffnet und/oder das von dem Motor (12) bereitgestellte Moment (M_M) mittels eines Motoraktuators (68) verringert wird.

22. Verfahren nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß nach dem Auslegen des zuvor eingelegten Ganges (z. B. 1), nach dem Erreichen der Synchrohdrehzahl und während des Einlegens des einzulegenden Ganges (z. B. 2) das an dem Stufengetriebe (16) anstehende Moment kurzzeitig (Δt) verringert wird, um bei der Übergabe des anstehenden Momentes

von der Synchronisierungseinrichtung auf das Losrad
des zugeordneten Radsatzes (z. B. 32) den Aufbau von
Differenzdrehzahlen zu verringern.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

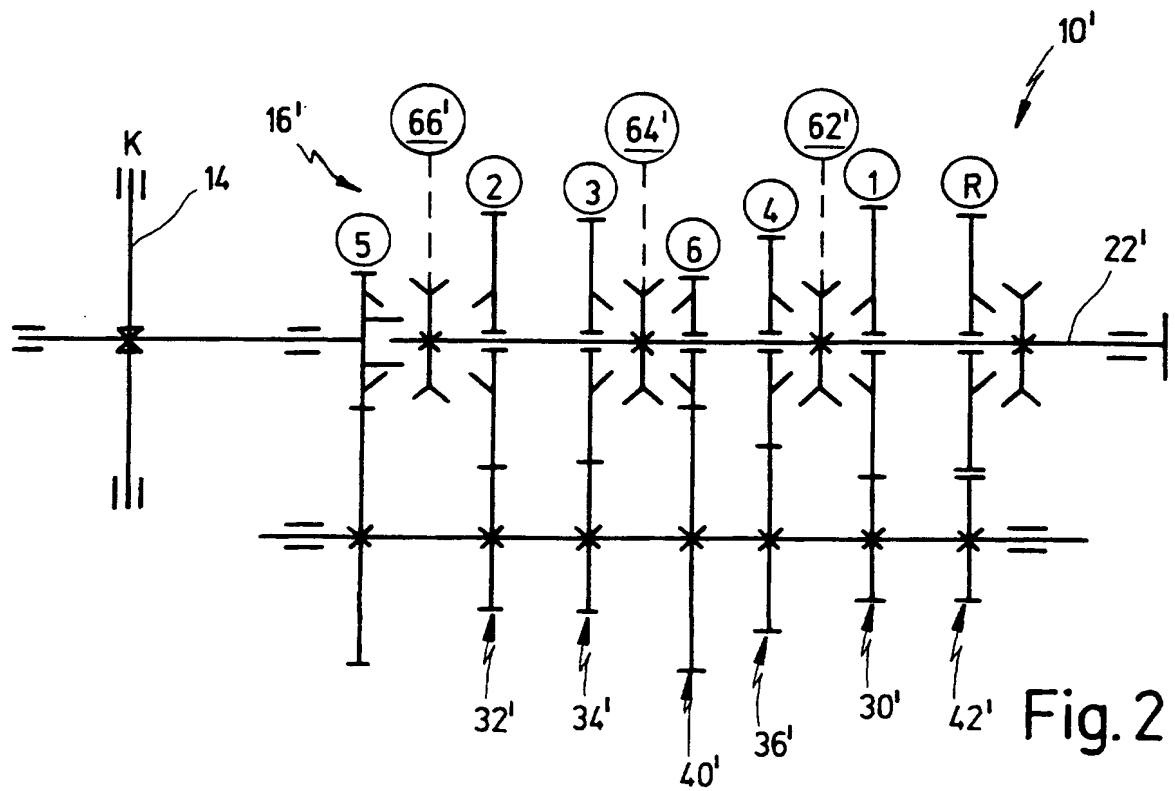
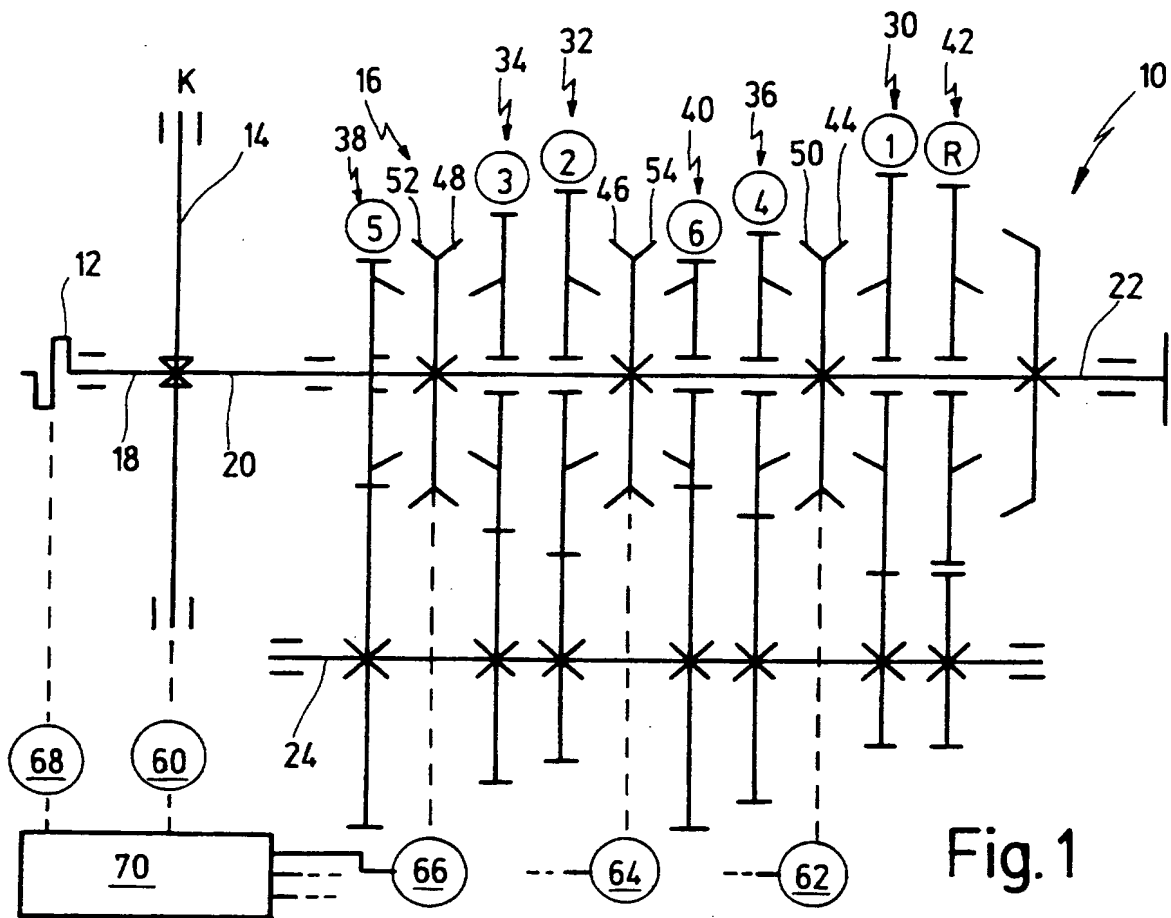
45

50

55

60

65



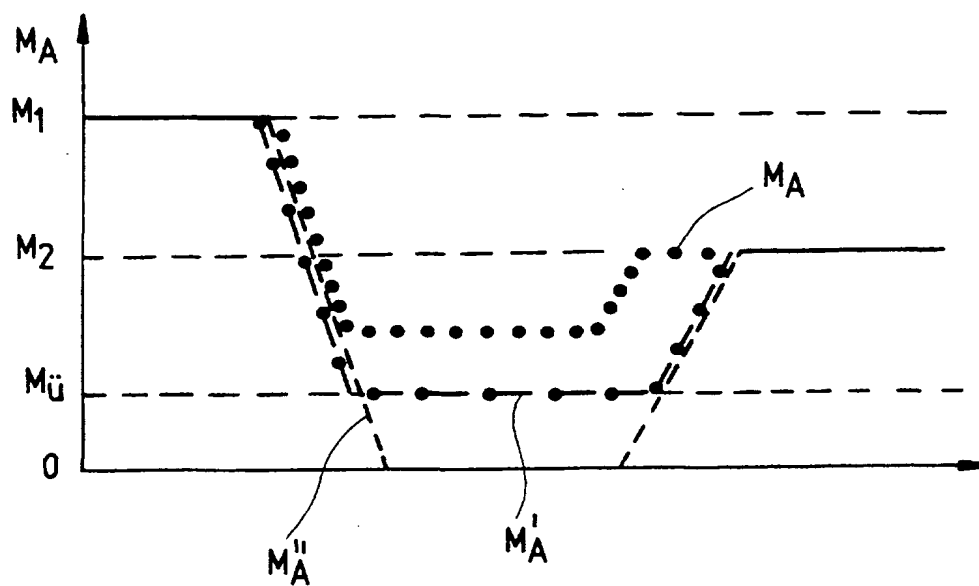


Fig. 4

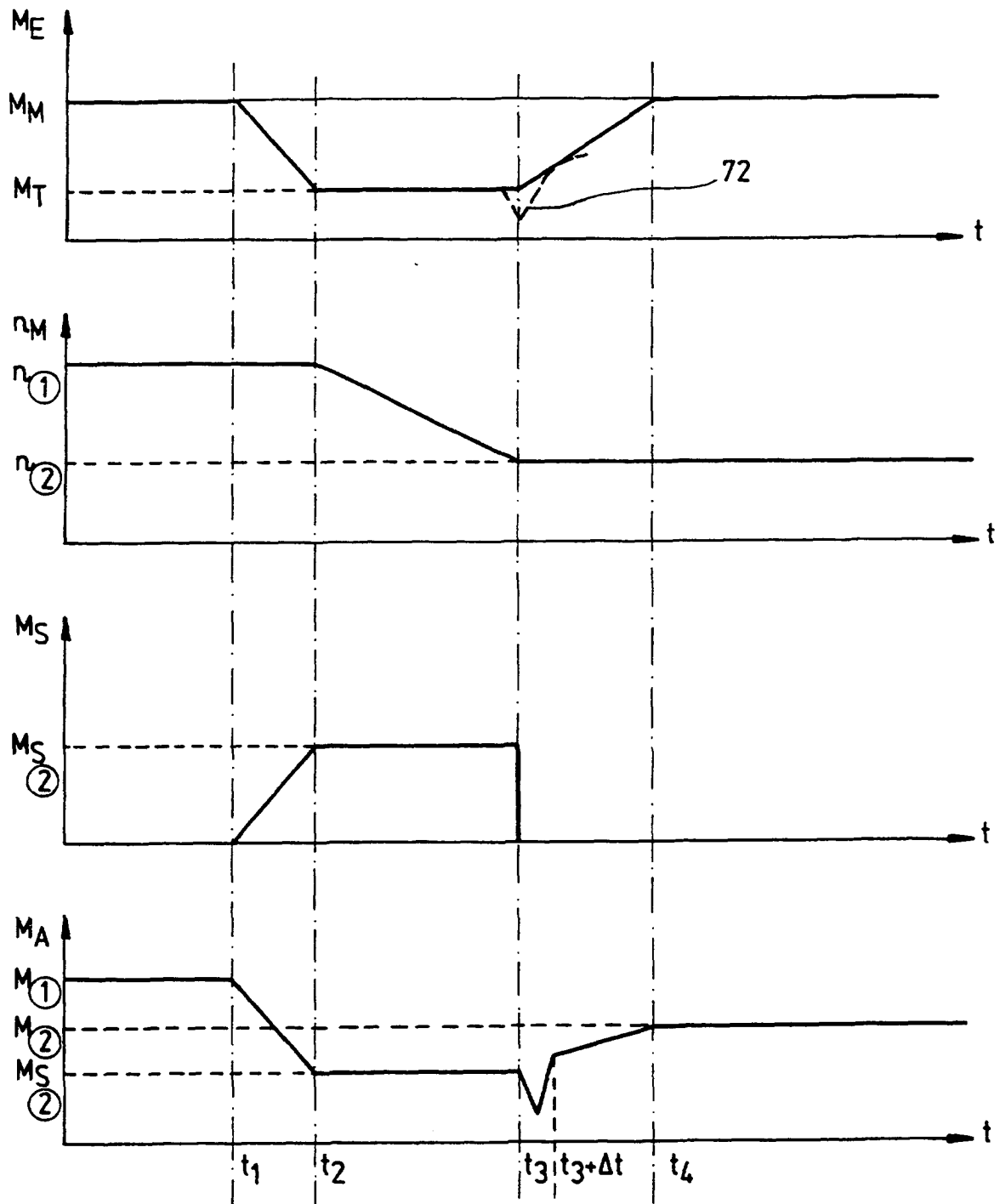


Fig. 3

- Leerseite -